

ILLUSTRIERTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE IN GEWERBE, INDUSTRIE UND WISSENSCHAFT,

herausgegeben von

DR. OTTO N. WITT.

Durch alle Buchhandlungen und Postanstalten zu beziehen.

Preis vierteljährlich 4 Mark.

Verlag von Rudolf Mückenberger, Berlin, Dörnbergstrasse 7.

№ 897. Jahrg. XVIII. 13. 26. Dezember 1906.

Necaxa, Mexikos grösste Elektrizitätsanlage.

Von H. Köhler.

Mit neun Abbildungen.

Die Schöpfungen der modernen Ingenieurtechnik haben zweifellos auf die Entwickelung der gesamten neuzeitlichen Verhältnisse einen sehr merkbaren Einfluss ausgeübt, und unter ihnen nehmen wieder die dem Verkehrswesen dienenden einen hervorragenden Platz ein. Von gleicher Bedeutung wie diese sind aber unbedingt die grossartigen elektrischen Anlagen, die einen grossen kulturfördernden Einfluss ausüben und noch weiter ausüben werden. Dank den vorgeschrittenen Arbeitsmethoden und den leistungsfähigen Maschinen werden heute in verhältnismässig kurzer Zeit elektrische Anlagen zur Ausführung gebracht, an deren Inangriffnahme man früher kaum zu denken gewagt haben würde. Ein derartiges Riesenwerk geht jetzt in Mexiko seiner Vollendung entgegen: die Elektrizitätsanlage von Necaxa, nicht nur die grösste des Landes, sondern auch eins der grössten Elektrizitätswerke der Welt.

Das Tal von Mexiko liegt 2107 bis 2408 m über dem Meeresspiegel mit sehr ungleichem Abfall und sendet nur wenig nennenswerte Flüsse dem Meere zu, die alle von der Landeshauptstadt ziemlich weit entfernt sind. Der Wasserstand der Plateauflüsse wechselt im Laufe des Jahres beträchtlich. So machte es seit langer Zeit schon Schwierigkeiten, das dicht bevölkerte Zentrum des Landes mit billiger elektrischer Kraft zu versorgen. Seitdem aber das Problem, elektrische Kraft auf weite Entfernungen hin durch Drähte zu übertragen, gelöst ist, konnte man daran denken, auch für die mexikanische Metropole die Wasserkraft der entfernten Flüsse nutzbar zu machen, und diesem Zwecke dient die neue Anlage. Die Drahtleitung von Necaxa nach Mexico und von hier nach El Oro bildet gegenwärtig die längste derartige Linie der Welt. Der Wasserfall von Necaxa liefert seit dem 10. Dezember 1905 seine in Elektrizität umgesetzte Kraft über Tritonkabel 95 Meilen weit nach der Hauptstadt Mexiko und von da noch 76 Meilen weiter nach El Oro.

Diese riesige Anlage ist von der „Mexican Light and Power Company“ geschaffen worden, die bisher in der Hauptstadt eine Kraftstation mit Dampfbetrieb unterhielt. Infolge der lokalen Verhältnisse stellten sich hier die Betriebskosten ziemlich hoch: eine Pferdestärke kostete den Konsumenten jährlich durchschnittlich 190 bis 225 $ Silber; auch war es nicht möglich, mit dieser Station allen Ansprüchen gerecht zu werden. Durch die Anlage von Necaxa erniedrigt sich der Preis für die Pferdestärke

auf 125 $ jährlich. Das ist also ein bedeutender Gewinn nicht nur für die Gesellschaft, sondern auch für das konsumierende Publikum. Zugleich werden durch die neue Anlage derartig grosse Kraftmengen erzeugt, dass nicht nur die Hauptstadt Mexico und ihre Umgebung, sondern auch entfernter liegende Städte, Minen und landwirtschaftliche Betriebe

Abb. 101.



Erster und zweiter Tenango-Fall.

ausreichend mit elektrischer Energie versehen werden können. In ihrem ganzen Umfange wird die finanziell-ökonomische Bedeutung dieser grossartigen Schöpfung erst dann gewürdigt werden können, wenn das Werk vollständig fertig und in vollem Betrieb ist.

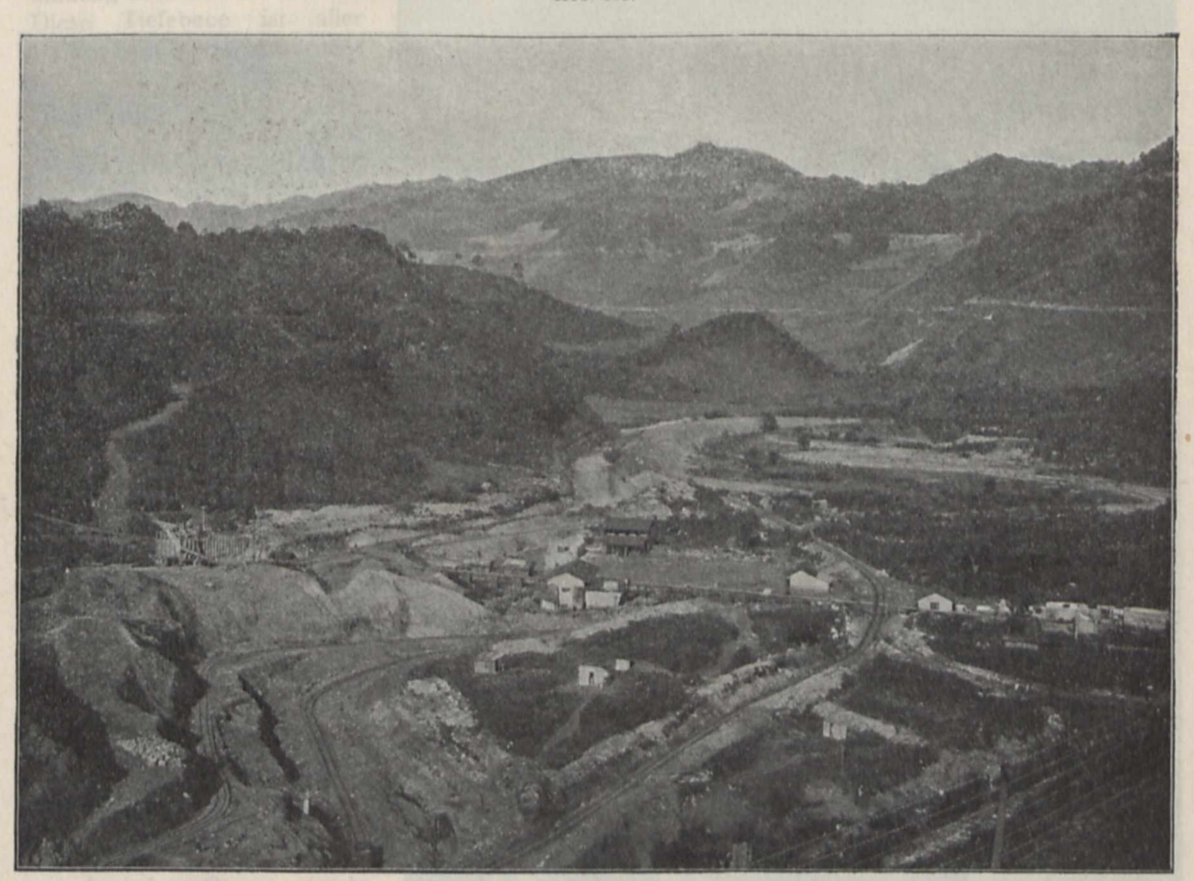
Die Entwickelungsgeschichte des bedeutsamen Unternehmens ist nicht ohne Interesse. Der Wasserfall von Necaxa wurde von dem Franzosen Dr. Vaquie in Mexiko vor etwa zehn Jahren entdeckt. Es gelang Dr. Vaquie, unter dem Namen „Compagnie du Necaxa" eine Gesellschaft zu gründen, die das Flusstal ankaufte, um die Wasserkraft für industrielle Zwecke auszubeuten. Da das Gesellschaftskapital sich als zu gering erwies, um praktische Erfolge zu erzielen, und es der Kompagnie vollständig unmöglich war, die Kraft des Wasserfalls nach Mexiko zu leiten, so wurde Necaxa zum Verkauf angeboten. Die Bank von Montreal erfuhr davon und brachte den Kauf zum Abschluss. Es gingen damit alle Eigentumsrechte der „Compagnie du Necaxa" an die „Mexican Light and Power Company of Montreal" über. Diese Gesellschaft wurde 1902 nach kanadischem Gesetz in Montreal organisiert. Das Grundkapital beträgt 13 000 000 $, die Wertpapiere 12 000 000 $ Gold. Im März 1903 garantierte dann der mexikanische Kongress der Kompagnie die Ausnutzung der Wasserkraft des Necaxa- und Tenango-Flusses. Im Oktober 1903 erwarb die kanadische Gesellschaft das Eigentum der „Compañia Mexicana de Electricidad", welche die Hauptstadt und die wichtigsten Orte des Federaldistriktes mit Elektrizität versorgte. Um den noch bestehenden hauptstädtischen Gesellschaften erfolgreich Konkurrenz bieten zu können, gründete sie die „Mexican Light Company, Limited" mit einem Kapital von 6 000 000 $ Gold. Es gelang ihr daraufhin 1905, die „Compañia Exploradora de las Fuerzas Hidro electricas de San Ildofonso, S. A." und die „Mexican Gas and Electric Light Company, Limited" aufzukaufen. Damit wurde die ganze elektrische Kraftversorgung des mexikanischen Zentrums in einer Hand vereinigt, eine Monopolisierung, die nur mit Hilfe riesiger Kapitalien zu ermöglichen gewesen war. Die angelegten Kapitalien der verschiedenartig benannten Unternehmungen sind folgende:

Mexican Light and Power Company, Ltd. Effekten:	12 000 000 $
Mexican Light and Power Company, Ltd. Grundkapital:	13 000 000 $
Mexican Electric Light Company, Ltd. Effekten:	6 000 000 $
Gesamtsumme:	31 000 000 $ Gold.

Von dieser Summe sind bisher auf Necaxa 18000000 $ verausgabt.

Das Tal von Necaxa liegt im Staate Puebla, Distrikt Huanchinango, etwas mehr als acht Stunden Bahnfahrt von der Hauptstadt Mexiko entfernt. Es erstreckt sich in wechselnder Breite in südöstlicher Richtung, wie die beiden Flüsse des Tales, die nach einem Absturz von nahezu 400 m sich in einem niedriger gelegenen Tale vereinigen. Die Tiefe des Tales von Necaxa beträgt 500 m; eingeschlossen wird es von dicht bewaldeten, jäh abstürzenden Bergrücken. Eine Gebirgsbahn von 6 Prozent Steigung schlängelt sich bis zu dem Dorfe Necaxa. Das Klima ist das der tierra templada; mithin ist die Verdunstung des Wassers sehr stark, so dass fast täglich Regengüsse niedergehen. Die Niederschlagsmenge beträgt im Jahre durchschnittlich 3,375 cm. Die dichten Wälder der Berglehnen saugen die Feuchtigkeit auf und geben sie in Gestalt von vielen hundert Quellen und Springbächen wieder ins Tal ab, und dadurch haben auch die Flüsse des Necaxa-Tales während des ganzen Jahres einen regelmässigen Wasserstand, ein Umstand, der in Mexiko für die Anlage eines grossen Elektrizitätswerkes von grösster Wichtigkeit ist. Bei den Flüssen des Zentralplateaus und denen in der Nähe der Hauptstadt fehlt diese wichtige Vorbedingung, woraus es sich erklärt, weshalb für die Anlage ein von Mexiko so entfernter Ort gewählt wurde. Ausserdem ist die territoriale Beschaffenheit des Necaxa-Tales besonders günstig für die Anlage von grossen Staubecken, die dann die Gewähr bieten, dass auch lang andauernde Trockenperioden in mehreren aufeinander folgenden Jahren wenig an der verfügbaren Wassermenge ändern können. Nach Beendigung des grossartigen Werkes werden 150000000 cbm Wasser zur Verfügung stehen, die in drei, an verschiedenen Punkten des Tales verteilt liegenden Reservoiren aufgespeichert sein werden.

Abb. 102.



Tal von Necaxa.

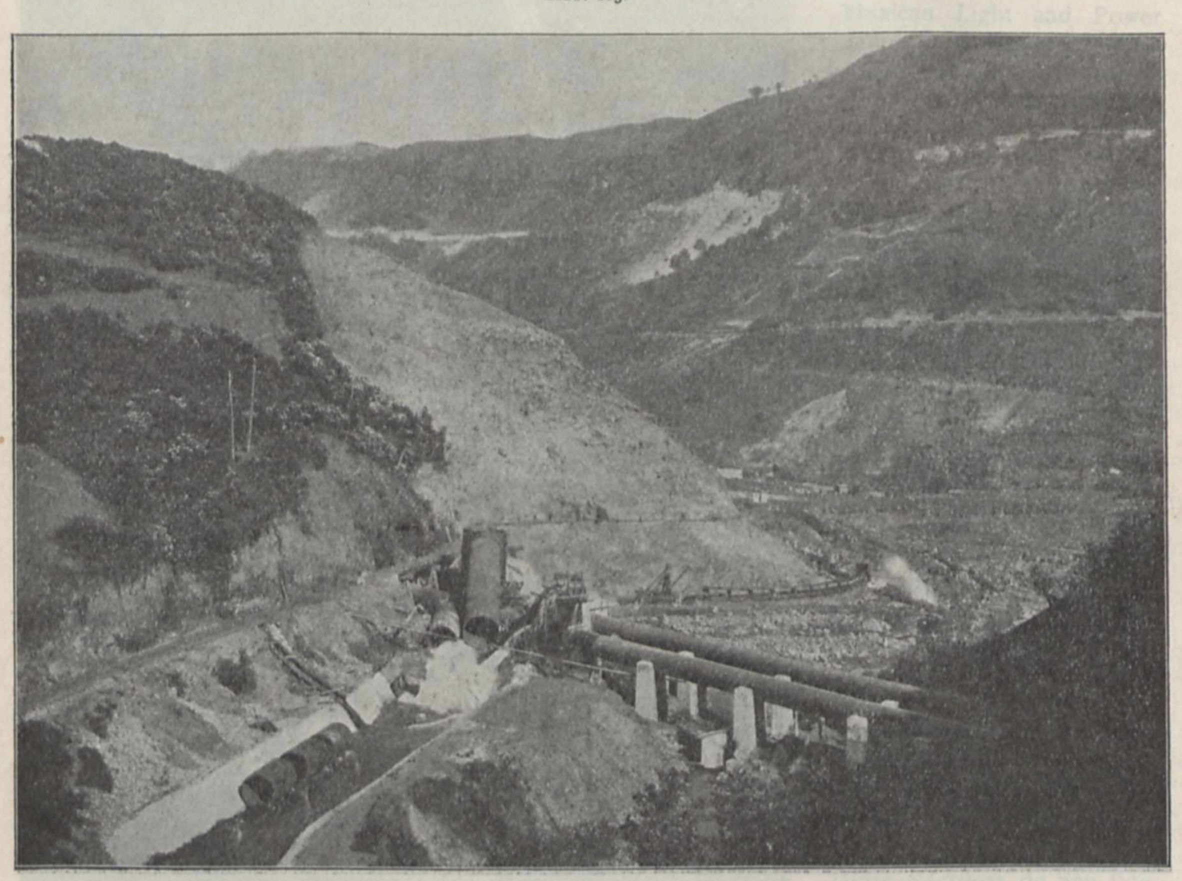
Die Flüsse des Tales erscheinen von der Höhe wie winzige Bäche. Aber wenn man sieht, wie diese verhältnismässig geringe Wassermenge durch Rohre von 30 Zoll Durchmesser 400 m tief in einem Winkel von 40° gegen Turbinen mit einem Wirkungsgrad von 80 Prozent stürzt, begreift man, dass schon ein Wasserglas voll eine gewaltige Einheit von Kraft repräsentiert. Erst durch die Mittel der Ingenieur-

technik ist aus Kleinem wahrhaft Grosses geschaffen worden.

Etwa in der Mitte zwischen dem Tale von Necaxa und der natürlichen Vereinigungsstelle des Necaxa- und Tenango-Flusses liegt zwischen den Flussbetten das Dorf Huanchinango. Hier ist der Tenango-Fluss durch einen 1000 m langen, 3 × 2 m im Durchschnitt messenden Tunnel in den Necaxa abgeleitet worden. Ein kleines Staubecken mit einem Damme von 10 m Höhe, 40 m Basisbreite und 225 m Länge dient zur Aufnahme des überschüssigen Wassers. Die Anlage kostet 100000 $ Gold. Das Tenango-Reservoir hat augenblicklich den Zweck, die Hauptkraftstation während des Tages zu versorgen, späterhin ist es als Reservebecken in Aussicht genommen.

Oberhalb dieses Reservoirs liegt das Tescapa-Becken, benannt nach einem kleinen Dorf. Es beginnt in der Nähe von Huanchinango und hat eine Länge von 17 km. Es breitet sich in dem Flusstal aus und wird an einer Stelle, wo die Bergköpfe sich besonders nahe treten, abgestaut. Der Damm hat eine Höhe von 50 m, eine untere Breite von 270 m und eine Länge von 350 m von einem Ufer zum andern. Der Neigungswinkel des terrassenartig angelegten Dammes beträgt im oberen Teil des Flusses 3 : 1, im unteren 2 : 1. Es können hier 18000000 cbm Wasser aufgespeichert werden. Die Herstellungskosten belaufen sich auf 300000 $ Gold. Es ist das mittlere der drei grossen Becken und daher von besonderer Wichtigkeit. Seine Anlage ist sehr solid. Der Wasserspiegel des Tescapa-Reservoirs liegt 150 m über dem von Tenango.

Abb. 103.



Rohrleitung im Bau.

Das Wasser beider fliesst zusammen etwa 1 km talabwärts zu dem Necaxa-Becken.

Dieses Becken beginnt bei der Ausmündung des Ableitungstunnels und erstreckt sich gegen 7 km weit bis zum früheren Dorf Necaxa. Seine Anlage entspricht genau der von Tescapa. Die Aufnahmefähigkeit beträgt 50000000 cbm. Die Kosten für den Damm belaufen sich auf 1000000 $ Gold. Zum Bau desselben sind 2000000 cbm Material nötig. Seine Dimensionen sind: 55 m Höhe bei 300 m Basisbreite.

Die Beschaffung des Baumaterials ist mit Schwierigkeiten verbunden, da die am Platze vorherrschenden Konglomerat- und Schichtgesteine

für Wasserbauten von solcher Bedeutung unverwendbar sind. Es werden daher härtere Gesteinsmassen aus anderen Gegenden des Tales herangeschafft, was allerdings die Arbeiten nicht unwesentlich verlangsamt.

In der Nähe der Station Carmen, des Ausgangspunktes der 30 km langen Gebirgsbahn der „Mexican Light and Power Company", zieht sich ein anderes Tal von mehreren Quadratmeilen mit sanftem Abfall nach dem Necaxatal hin. Ein kleiner Fluss stellt die Verbindung zwischen beiden her. Diese Tiefebene ist aller Wahrscheinlichkeit nach früher ein See gewesen, und es können ohne grosse Kosten drei Gebirgsflüsse in sie hinein geleitet werden. Hier wird das dritte grosse Sammelbecken, „Laguna" genannt, angelegt. Sein Inhalt soll 70000000 cbm betragen; es wird also mehr fassen als die bisher erwähnten zusammen. Die Höhe des Laguna-Beckens beträgt 30 m, die Breite 800 m. Die Kosten des Dammes stellen sich auf 250000 $ Gold.

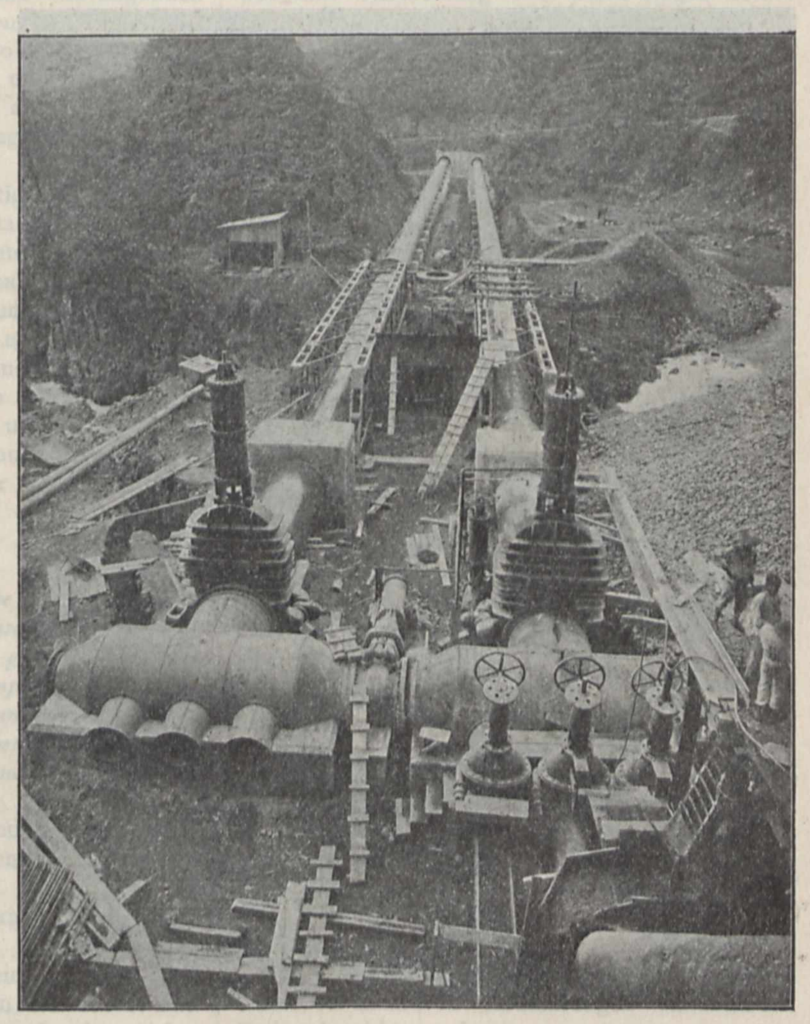
Einige Kilometer unterhalb der Laguna und oberhalb von Tescapa soll eine Kraftstation errichtet werden. Das Wasser wird durch eine 3 km lange Rohrleitung bis in die Nähe der Station geführt, hier in ein Rohrsystem von 1 km Länge verteilt, um dann in eine Tiefe von 700 m abzufallen. Man hofft, aus dieser Anlage bis zu 100000 PS zu gewinnen.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass den Wasserverhältnissen des Landes auf das sorgfältigste Rechnung getragen ist. Es sind dabei die Erfahrungen der letzten drei Jahre zugrunde gelegt, deren Niederschlagsmengen besonders auffallende Unterschiede aufwiesen. Schon jetzt ist der Betrieb der Elektrizitätsanlage auf Grund der vorhandenen Wassermenge für fünf Monate gesichert.

Sechs Turbinen, von denen stets fünf in Tätigkeit sein werden, sollen die nötige Energie erzeugen. Hierzu kommen noch die verschiedenen Anlagen in der Hauptstadt, sodass gegenwärtig 24000 PS verfügbar sind. Sobald aber die Arbeiten an der Laguna beendet sind, wird mit der nutzbaren Wassermenge auch die elektrische Krafterzeugung verdoppelt. Man gedenkt nach Vollendung des ganzen Werkes von drei Kraftstationen mehr als 100000 PS. abgeben zu können, sodass dann nur wenige Elektrizitätswerke der Welt sich diesem Unternehmen ebenbürtig zur Seite stellen könnten.

Die Weiterleitung des aufgestauten Wassers bis zur Kraftstation ist eine äusserst komplizierte.

Abb. 104.

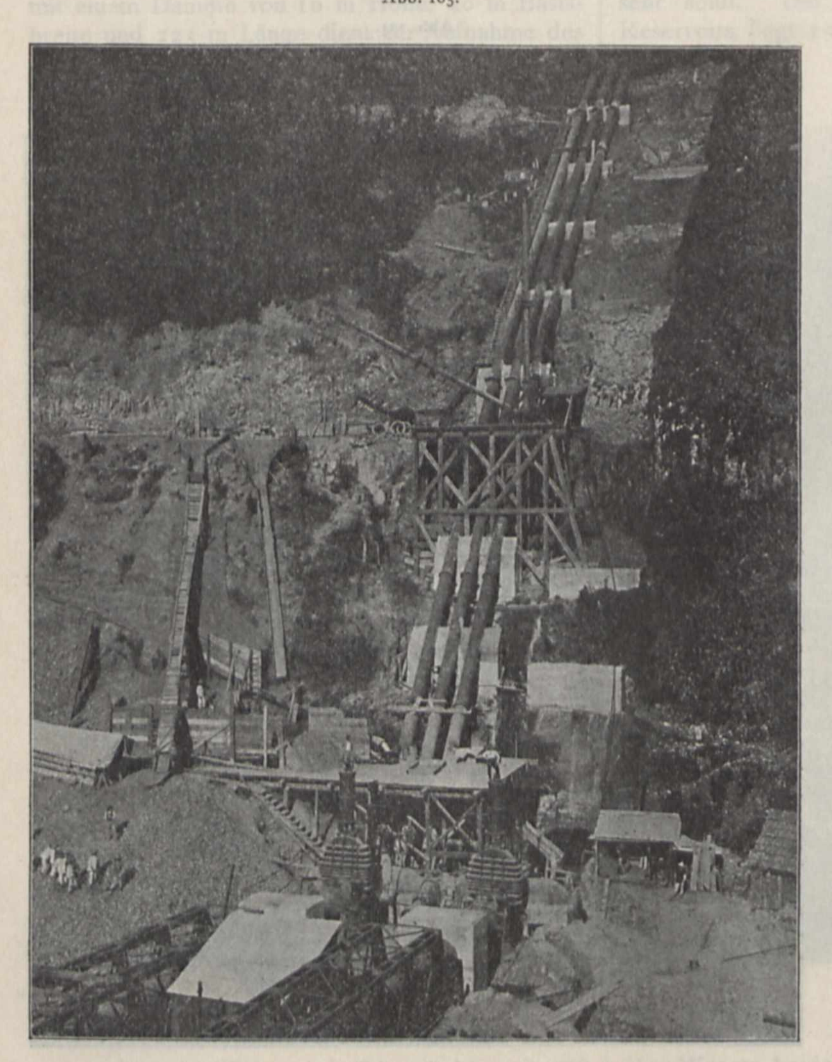


Verteiler-Anlage.

Vor dem Necaxa-Becken türmt sich ein Bergkopf auf, durch den ein 800 m langer Tunnel von 2 m Durchmesser führt. Das Wasser wird, nachdem es diesen Tunnel passiert hat, von einem kleinen Reservoir aufgenommen. Auf der andern Seite dieses Beckens liegt ein zweiter Felsen. Hier nehmen zwei Tunnels von 477 m Länge zwei horizontal gelagerte, eiserne Rohrleitungen von $2^1/_2$ m Durchmesser und 700 m Länge auf, durch die das Wasser in die Nähe des ersten Wasserfalles von Necaxa geführt

wird. Hier befindet sich vor einem dritten Berge ein Verteiler von 7 m Länge und $2^1/_2$ m Durchmesser. Durch den Berg führen zwei Tunnels von 4×3 m, und jeder dieser Tunnels nimmt drei der von dem Rezipienten ausgehenden Rohre auf. Die Rohre liegen anfangs, auf einer Strecke von 70 m, horizontal, dann bis zum Absturz nach der Kraftstation bis zu 41^0

Abb. 105.



Druckregulierungsanlage vor Eintritt der Rohrleitung in den Tunnel.

geneigt. Sie sind mit Schieberventilen versehen, und das von ihnen zugeführte Wasser dient zum Antrieb je einer Turbine. Zur grösseren Sicherheit sind vor dem Eintritt der Leitungsrohre in den Tunnel sechs 30 Zoll starke Rohre in einem Winkel von 45^0 an dem Berg in die Höhe geführt, durch welche das Wasser bei zu starkem Druck entweicht. (Schluss folgt.)

Vorgeschichte und Anfänge des Telephons.

Von Dr. R. Hennig.

Als das Geburtsjahr des Telephons pflegt man im allgemeinen das Jahr 1876 zu bezeichnen, in dem Graham Bell den von ihm erfundenen telephonischen Apparat patentieren liess und zuerst öffentlich vorführte. Wie alle grossen Erfindungen, hat aber auch die des Fernsprechers ihre Vorgeschichte gehabt, wenn auch die Verdienste der Vorgänger Bells in vollem Umfange erst erkannt wurden, als sie selbst meist nicht mehr unter den Lebenden weilten. Allgemein bekannt ist, dass die Bellsche Erfindung schon im Jahre 1860 durch den Friedrichsdorfer Lehrer Philipp Reis vorweggenommen war, dem man 1878 in Frankfurt a. M. ein schönes Denkmal als dem „Erfinder des Telephons" gesetzt hat, dessen Erfindung aber zu seinen Lebzeiten unbeachtet blieb und in ihrer Bedeutung nicht im mindesten erkannt und gewürdigt wurde. Doch auch Reis war noch nicht der Erste, mit dessen Namen die Anfänge des Telephons verknüpft sind. —

Die Chinesen behaupten, dass sie mit dieser Erfindung, ebenso wie mit dem Schiesspulver, der Buchdruckerkunst und anderen grossen Kulturtaten, den Völkern des Abendlandes um mehrere Jahrhunderte vorausgegangen sind. Die *Pekinger Staats-Zeitung* teilte 1878 mit, dass ein chinesischer Weiser, namens Kung-Foo-Whing, schon im Jahre 968 den Graham Bellschen Fernsprecher erfunden habe, der von ihm „Thumtsein" genannt wurde. Was es mit dieser kühnen Behauptung auf sich hat, lässt sich nur vermuten. In einigen Provinzen Chinas, z. B. in Chikiang und Kiangsu, findet man nämlich bis auf die Jetztzeit eine Art von Spielzeug, ein aus zwei Bambusrohr-Zylindern bestehendes Instrument von etwa $1^1/_2$ bis 2 Zoll Durchmesser und 4 Zoll Länge; die Zylinder sind an je einem Ende durch eine Membran aus Schweinsblase geschlossen und durch eine Schnur miteinander verbunden, welche die Membranen

durchbohrt und mittels eines Knotens befestigt ist. Spricht man nun gegen die eine Membran, so gelingt es, durch ein solches „Horchrohr“ eine Flüstersprache auf etwa 40 bis 50 Fuss Entfernung zu übertragen. Die „Royal Asiatic Society“ in Schanghai besitzt ein solches Instrument, das ihr in den ersten Jahren der modernen Telephonie 1884 von Dr. Macgowan in einem Vortrag als ein Kuriosum vorgelegt und für ihr Museum geschenkt wurde. Aller Wahrscheinlichkeit nach bestand die angeblich schon vor fast 1000 Jahren gemachte Erfindung des Telephons durch Kung-Foo-Whing lediglich in der ersten Herstellung dieses kunstlosen Spielzeugs, dessen Bezeichnung als Vorläufer von Bells Telephon, wie man zugeben wird, ein wenig naiv ist.

Eine andere sehr eigenartige Überlieferung scheint darauf schliessen zu lassen, dass man auf deutschem Boden einen dem Telephon mindestens sehr ähnlichen Apparat bereits im 17. Jahrhundert konstruiert und erprobt hat. Sie findet sich in einem in mannigfacher Beziehung sehr interessanten und merkwürdigen Buch, das 1682 bei Johann Peter Zubrod in Frankfurt a. M. erschien und den „Röm. Kays. Maj. Cammer- und Commercien-Rath“ Dr. Johann Joachim Becher (1635 bis 1682) zum Verfasser hat. Es führt den langatmigen Titel:

Närrische Weissheit und weise Narrheit: oder Ein hundert so Politische als Physicalische, Mechanische und Mercantilische Concepten und Propositionen, deren etliche gut gethan, etliche zu nichts geworden, Sampt den Ursachen, Umbständen und Beschreibung derselben, Ein Tractätlein vor die Liebhaber, sehr curios und nützlich zu lesen, als worinnen viel nachdenkliche Sachen enthalten.

An einer Stelle dieses sonderbaren Buches berichtet der Verfasser folgendes eigene Erlebnis:

„Ich habe zu Nürnberg bey dem berühmten Optico Frantz Gründler dergleichen gesehen, da der eine ein Instrument zum Reden, der ander ein Instrument zum Hören gehabt, und haben beyde solcher Gestalt auff eine ziemliche Distantz mit einander reden können, dass dazwischen niemands etwas gehöret.“

Während eine andere in dem Buch genannte Erfindung „Salomon Morland's Englisches Stentrophonicon auff eine Teutsche Meile miteinander laut zu reden“ der näheren Beschreibung nach zweifellos auf ein gewaltiges Sprachrohr zu beziehen ist, bleibt eine solche Erklärung für die oben geschilderte Gründlersche Erfindung naturgemäss ausgeschlossen. Was es damit für eine Bewandtnis gehabt hat, muss aber leider dahingestellt bleiben. In jedem Fall scheint der genannte Optikus Gründler ein origineller und erfinderischer Kopf gewesen zu sein, denn Becher erwähnt noch eine weitere seiner Erfindungen, in der zweifellos das Prinzip unseres heutigen Phonographen enthalten ist, wenngleich Einzelheiten aus der Beschreibung wieder nicht zu entnehmen sind. („Eben besagter Gründler hat ein Concept vor, etliche Worte als ein Echo durch eine Spirallinie in eine Flasche zu verschliessen, dass man sie wol eine Stunde lang über Land tragen könne und wann man sie eröffne, die Worte gehöret werden, ob er aber dieses Concept zum Effect gebracht, ist mir unwissend.“) — Aber auch bei grösstem Respekt vor Gründlers Erfinderfähigkeiten wird man nicht erwarten können, dass sein Fernsprecher, der auf eine „ziemliche Distantz“ (ein Ausdruck von denkbar grösster Unbestimmtheit!) sprach, etwas wesentlich anderes gewesen sei, als der oben beschriebene chinesische „Vorläufer“ des Telephons und das ihm ähnliche, auf den Weihnachtsmärkten oft ausgebotene Kinderspielzeug „Telephon“, dessen Sprech- und Hörapparat aus Pappstücken und dessen Leitung aus einem einige Meter langen Bindfaden besteht. Mit elektrischen Strömen kann man ja damals, vor Erfindung der Leydener Flasche (1746), ganz unmöglich gearbeitet haben, und ein wirkliches Telephonieren ohne Benutzung von Elektrizität erscheint nach dem Stande unserer heutigen Kenntnisse ausgeschlossen.

Bemerkenswert in diesem Zusammenhang erscheint jedenfalls eine Notiz des englischen Physikers Dr. Robert Hooke, die aus dem Jahre 1667 stammt, also noch 15 Jahre älter ist als die Erfindung Gründlers. Hooke schreibt nämlich: „Ich kann bestätigen, dass ich bei Anwendung eines gestreckten Fadens den Ton plötzlich auf eine grosse Entfernung habe übertragen können, und zwar mit einer Schnelligkeit, die zwar der des Lichts nicht gleich kommt, die aber doch unverhältnismässig viel grösser als die des Schalles in der Luft ist. Diese Übertragung kann nicht nur durch einen in gerader Linie gestreckten, sondern auch durch einen in mehreren Krümmungen verlaufenden Faden bewirkt werden.“

Es scheint demnach, dass das hier beschriebene, einfache Kunststück vor Hookes Zeiten in Europa nicht bekannt war. Um so wahrscheinlicher wird die Annahme, dass auch das von Gründler erfundene „Telephon“ auf demselben Prinzip beruhte und mit der Hookesschen Erfindung, wie auch mit dem oben besriebenen chinesischen „Horchrohr“ identisch war.

Auf eine andere, noch ältere Literaturstelle, die dem eigentlichen Wortlaut nach auf einen Fernsprecher hindeuten würde, während sie in Wahrheit einen jener phantastischen Telegraphen zu beschreiben scheint, die durch die „Sympathie“

zweier weit entfernter Magneten wirken sollten, und von denen die beginnende Neuzeit öfters träumte*), hat Carus Sterne an dieser Stelle hingewiesen (XII. Jahrg., Seite 721, Nr. 61 8). Sie findet sich in der *Magia naturalis* des Baptista Porta vom Jahre 1569 und lautet: „Tandem ejus commoditate per longinqua intervalla alloquuntur simul et simul nuntiant".

Aus dem Anfang des 18. Jahrhunderts wird ferner — wieder aus China — die Erfindung eines „Tausend Meilen-Sprechers" gemeldet, die ein gewisser Chiang Shun-hoi aus Huichon unter der Regierung des Kaisers Kang-hsi machte. Mit den „tausend Meilen", die wir erst neuerdings mit Hilfe des Pupinsystems durch den Fernsprecher zu überwinden begonnen haben, wird man naturgemäss von vornherein nicht allzu genau rechnen dürfen, angesichts des bekannten Umstandes, dass der Chinese den Mund leicht etwas voll nimmt. Worin die Erfindung bestand, die mit dem Tode ihres Schöpfers wieder verloren gegangen zu sein scheint, ist nicht bekannt. Der Beschreibung nach muss es sich um eine rätselhafte Vorrichtung gehandelt haben, die der oben erwähnten zweiten Erfindung Franz Gründlers ähnlich war, also mehr einem Phonographen glich, als einem Telephon. Der „Tausend Meilen-Sprecher" wird nämlich in einem chinesischen Sammelwerke geschildert als „eine kupferne Rolle, welche eine kunstvolle Erfindung in sich schliesst; spricht man hinein und verschliesst die Rolle sofort, so kann die beliebig lange Botschaft auf jede Entfernung befördert werden. Solchergestalt kann man während der Schlacht geheime Befehle zweckmässig übermitteln. Er ist eine Erfindung von ausserordentlicher Bedeutung".

Eine weitere Spur, welche die ersten Vorläufer des Telephons scheinbar schon bis ins 18. Jahrhundert zurückzuverfolgen geeignet erscheint, findet sich in der einst sehr angesehenen *Allgemeinen Litterarischen Zeitschrift* von 1797. Hier heisst es auf Seite 61 in einer Korrespondenz aus Petersburg u. a.:

> „Professor Wolke dankt innigst allen Personen, die ihm hier seit 11 Jahren Gewogenheit und Freundschaft erwiesen oder ihn bei der Anvertrauung ihrer lieben Kinder erfreuet und seine Lehr- und Erziehungsanstalt mit ihrem Beifall beehrt haben . . . . Sollte einst das Verlangen entstehen, von ihm nähere Auskunft zu erhalten über . . . . oder über seine seit 1789 zu St. Petersburg entdeckte Fernsprache (Telephrasie), wodurch es möglich ist, dass 2 Personen (z. B. die eine zu Petersburg, die andere zu Kronstadt) mit einander sprechen, als wenn sie in einem Zimmer beisammen wären . . . . . so wird jeder Brief . . . . in seine Hände kommen."

Christian Heinrich Wolke, der in dieser sonderbaren Literaturstelle genannt wird, war ein bekannter Pädagog, der 1741 in Jever geboren wurde und 1825 in Berlin starb. Die obige Mitteilung wird ergänzt durch eine Stelle in Poppes Broschüre *Die Telegraphie von ihrem Ursprunge bis zur neuesten Zeit*, worin erwähnt wird, dass Wolke 1795 vor dem Grossfürstlichen Hof zu Gatschina Versuche mit der von ihm erfundenen Telephrasie oder „Fernsprechkunst" angestellt habe, ohne dass jedoch Näheres hierüber mitgeteilt wird. Der Begriff und der Name des „Fernsprechens" geht nach dem Gesagten unzweifelhaft auf Wolke zurück (Telephrasie = Fernsprechen; Telephonie =Herntönen); ein Vorläufer von Reis und Bell kann er aber dennoch aller Wahrscheinlichkeit nach nicht genannt werden, denn wenn auch über sein System nichts Näheres bekannt ist, so wird man doch schwerlich fehl gehen, wenn man annimmt, dass er lediglich eine neue, einfache Methode der damals aufblühenden optischen Telegraphie erfunden hat, und dass der Ausdruck „Sprechen" von ihm nur in seiner weiteren Bedeutung als „Verständigen" und zum Unterschied von anderen telegraphischen Systemen gebraucht worden ist. Die notwendige Richtigkeit dieser Vermutung erhellt wiederum daraus, dass ein richtiger Fernsprecher, der von Kronstadt bis Petersburg hätte arbeiten können, 1789 noch nicht erfunden werden konnte, weil man zu jener Zeit nur die Reibungselektrizität kannte, mit deren Hilfe ein Fernsprecher niemals konstruiert werden konnte, denn Galvanis Entdeckung der Berührungselektrizität (6. November 1789) erfolgte erst im selben Jahre, und die für die elektrische Telegraphie und Telephonie grundlegenden Entdeckungen eines Volta (1799), Oersted (1820) usw. waren noch nicht gemacht.

Der Amerikaner Charles Page fand dann 1837, dass eine Eisenplatte, die man abwechselnd in rascher Aufeinanderfolge magnetisiert und entmagnetisiert, dumpfe Töne von sich gibt; damit war der Weg gewiesen, der zu Reis' und Bells Erfindungen führte. Doch auch jetzt war Reis noch nicht der erste, der ein Pionier auf diesen zur Telephonie führenden Pfaden wurde. Die Idee, auf welcher die grosse Erfindung aufgebaut wurde, ist vielmehr bereits um die Mitte des Jahrhunderts ausgesprochen worden, und zwar von Joseph Bourseul, einem jungen Franzosen, der in Algier Soldatendienste tat. Er lenkte schon 1848 durch den

*) Eine derartige Stelle weist selbst Galileis berühmter *Dialogo* auf, wo im „Ersten Tag" gleichfalls die Rede ist von einer Kunst, sich mit Hilfe zweier Magnetnadeln über 2—3000 Meilen zu verständigen.

vorzüglichen mathematischen Unterricht, den er den Soldatenkindern seiner Garnison erteilte, die Aufmerksamkeit auf sich und konstruierte späterhin einen telephonischen Apparat, den die Zeitschrift *L'Illustration de Paris* in ihrer Nummer vom 26. August 1854 unter dem Titel „Téléphonie électrique" auf Grund eines vom 18. August datierten Briefes Bourseuls folgendermassen beschrieb:

„Keine sonstige Maschine oder Kenntnis kommt zur Anwendung, als eine galvanische Batterie, zwei vibrierende Platten und ein dünner metallischer Draht. Ohne jedes sonstige Beiwerk kann nun jemand gegen eine der metallischen Platten sprechen und ein anderer sein Ohr gegen die zweite Platte halten. Auf diese Weise können sie sich miteinander unterhalten."

Aber die Bedeutung dieser Erfindung, die man wohl nur als ein unterhaltsames Spielzeug ansah, wurde nicht erkannt. Bourseuls Idee wurde im grossen Massstabe nicht erprobt, gelehrten Fachmännern dürfte sie niemals vorgelegt worden sein, und bald geriet sie in Vergessenheit. — Es ist interessant, dass in dem obigen Zeitungsbericht schon der Ausdruck „Telephonie" gebraucht wird, der somit nicht von Reis zum ersten Male angewendet worden ist. Da es wohl mehr als unwahrscheinlich ist, dass Reis jemals etwas von Bourseuls Apparat und dem Aufsatz der *L'Illustration de Paris* erfahren hat, so haben wir nicht nur wieder einmal die bemerkenswerte Tatsache zu konstatieren, dass eine erfinderische Idee in rascher zeitlicher Aufeinanderfolge in verschiedenen Köpfen auftaucht, sondern wir sehen auch, dass die Erfinder unabhängig voneinander zur gleichen Namensbezeichnung ihres Apparats gelangen können.

Ungefähr gleichzeitig mit Bourseul gelangte ein in Amerika lebender Italiener, Antonio Meucci, zu ähnlichen Resultaten. Er konstruierte schon 1849 in Havana einen „sprechenden Telegraphen", mit dessen Hilfe es ihm gelang, die „menschliche Stimme durch elektrische Leitungen" zu übertragen. Er setzte seine Versuche seit 1857 in Clifton, Staten Island, fort und deponierte am 28. Dezember 1871 einen Caveat-Patentanspruch Nr. 3335 auf „Sound Telegraph", der die menschliche Stimme auf mehrere Meilen zu übertragen gestattete. Eine eingehende Beschreibung seiner Erfindung und der von ihm konstruierten Apparate findet sich im *Scientific American* vom 19. Dezember 1885. In der Nummer vom 17. Mai 1884 beschreibt ferner *Scientific American* die Erfindung eines anderen amerikanischen Vorläufers von Graham Bell, namens Daniel Drawbaugh in Eberly's Mills, der 145 Zeugen dafür beibrachte, dass er schon seit dem Jahre 1860 eine Methode benutzt habe, um Laute auf elektrischem Wege zu übertragen.

Über Reis' erfinderische Tätigkeit ist bereits so viel geschrieben worden, dass ein genaueres Eingehen darauf an dieser Stelle sich erübrigt. Es genüge, eine von Silvanus P. Thompson in seinem Buch *Philipp Reis, inventor of the telephone* in englischer Sprache wiedergegebene eigene Äusserung Reis' aus seinen autobiographischen Notizen in der deutschen Übersetzung mitzuteilen, welche im Jahre 1868 über die Entstehung seiner Erfindung Folgendes mitteilt:

„Angeregt durch meine physikalische Beschäftigung, nahm ich im Jahre 1860 eine Arbeit aus dem Gebiet der Akustik in Angriff, deren Anfänge erheblich weiter zurücklagen, und hatte bald die Freude, meine Arbeit mit Erfolg gekrönt zu sehen, indem es mir gelang, einen Apparat herzustellen, mit dessen Hilfe man die Tätigkeit des Gehörorgans klar und deutlich wiedergeben und demgemäss auch alle Arten von Tönen auf jede gewünschte Entfernung vermittels des galvanischen Stromes übertragen kann. Ich nannte das Instrument „Telephon". Die mir auf Grund dieser Erfindung von vielen Seiten und besonders auf der Versammlung Deutscher Naturforscher in Giessen zuteil gewordene Anerkennung hat dazu beigetragen, meinen Forschungseifer weiter zu entfalten, um mich selbst des glücklichen Zufalls würdig zu zeigen, der mir beschieden war."

Man kann Reis wahrlich nicht nachsagen, er habe die Grösse seiner Erfindung wohl selbst nicht erkannt oder sei selbst daran schuld gewesen, dass diese zunächst ziemlich unbeachtet blieb und zur Zeit seines Todes (14. Januar 1874) schon wieder so gut wie vergessen war. Er äusserte sich vielmehr Garnier gegenüber, er habe der Welt den Weg zu einer grossen Erfindung gewiesen, deren Weiterentwickelung Anderen überlassen bleiben müsse, und tat alles, was er konnte, um die Aufmerksamkeit der wissenschaftlichen Welt auf sein Werk zu lenken: er erstattete der „Physikalischen Gesellschaft" in Frankfurt a. M. dreimal, am 26. Oktober 1861, 16. November 1861 und 4. Juli 1863 Bericht über seinen Apparat und dessen Verbesserungen, führte ihn am 11. Mai 1862 dem „Freien Deutschen Hochstift" in Frankfurt und am 6. September 1863 dem Kaiser von Österreich und dem König von Bayern gelegentlich eines Besuchs in Frankfurt vor. Der Deutsche Naturforschertag bekam ferner 1863 in Stettin Kenntnis von Reis' Erfindung durch einen Vortrag Professor Böttgers, und am 21. September 1864 demonstrierte Reis sein Telephon persönlich der in Giessen tagenden Naturforscher-Versammlung. Aber die Zeit für seine Erfindung war offenbar noch nicht gekommen; viel-

leicht auch bestätigte sich an Reis nur wieder einmal das traurige und in Deutschland besonders oft bewährte Sprichwort von dem Propheten, der nichts gilt in seinem Vaterlande. Ja, wäre Reis ein Ausländer oder mindestens doch ein deutscher Hochschulprofessor gewesen, und hätte er als solcher zu den deutschen Gelehrten gesprochen — wer weiss, der Telephonverkehr sähe vielleicht heute auf eine $1\frac{1}{2}$ Jahrzehnte ältere Geschichte zurück! Aber was der simple, unberühmte Lehrer am Garnierschen Institut zu Friedrichsdorf der deutschen Geisteswelt zu sagen hatte, war bestenfalls einer wohlwollenden Aufmerksamkeit und einiger anerkennenden Worte, doch keiner näheren Beachtung wert. Hätte ein glücklicher Zufall damals, in den sechziger Jahren, Philipp Reis einem Heinrich Stephan in den Weg geführt oder einem Werner Siemens, den beiden deutschen Männern mit dem weiten, amerikanischen Blick, so wäre das Schicksal seiner Idee wohl ein anderes gewesen! Aber das Geschick versagte ihm diese Gunst, und der Friedrichsdorfer Lehrer starb, 40jährig, 14 Jahre, nachdem seine Erfindung gemacht worden war, ohne den beispiellosen Triumph seiner Idee auch nur in den ersten Anfängen erlebt zu haben, um dann nach seinem Tode als der „Erfinder des Telephons“ hoch gepriesen und geehrt zu werden, von dem heute jeder Deutsche mit Stolz sagt: „Er war unser!“ — —

Dem namenlosen amerikanischen Erfinder öffnen sich alle Türen des Erfolges viel leichter und schneller als seinem deutschen Kollegen. Das erfuhr auch Graham Bell. Ihm bleibt das Verdienst unbestritten, dass er, ohne etwas von Reis zu wissen, zu ähnlichen Resultaten wie dieser und noch über diese hinaus gelangt ist. Aber wie anders war das Los, das ihm erblühte! — Am 14. Februar 1876 meldete Alexander Graham Bell, Professor der Sprachphysiologie in Boston, den von ihm erfundenen Apparat, an dem er schon seit 1872 gearbeitet hatte, zum Patent an, am 7. März 1876 wurde ihm dieses unter Nr. 174465 erteilt, am 10. Mai trug er der „American Academy of Arts and Sciences“ in Boston einen Bericht über das Wesen seiner Erfindung vor, die alsdann im Sommer desselben Jahres auf der Jubiläums-Ausstellung in Philadelphia dem grossen Publikum bekannt gemacht und vorgeführt wurde. Das Patent Bells ist mit Recht angegriffen worden; der Hauptanspruch 5 des Patents:

> „The method of an apparatus for transmitting vocal air into sounds telegraphically, as herein described, by causing electrical undulations similar in form to the vibrations of the air accompanying the said vocal air into sound substitutes as set forth“

war tatsächlich nicht nur durch die öffentlich bekannt gegebene Erfindung von Reis, wie auch durch die Vorbenutzung durch Meucci und Drawbaugh bereits vorweggenommen worden, sondern auch durch einen schon 1874 in Amerika patentierten „magnetic sounder“ eines gewissen William Humans, ja selbst schon durch einige Apparate Morses, wenngleich dieser bei ihrer Konstruktion an Lautübertragung nicht gedacht hatte; dennoch aber kann nicht bestritten werden, dass ausschliesslich Bells Erfindung es war, die den Ausgangspunkt bildete für die beispiellos grossartige Entwickelung des modernen Fernsprechwesens. Der ursprünglich noch ziemlich primitive Apparat musste zwar noch mancherlei Wandlungen und Verbesserungen durchmachen (unter denen das von Hughes 1878 konstruierte Mikrophon als Sprechapparat die grösste Wichtigkeit erlangte), ehe es ein in grossem Stil brauchbares Verkehrsmittel wurde, doch die Anfänge des modernen Telephonverkehrs gehen trotz alledem auf das Jahr 1876 zurück und waren unabhängig von den weiteren technischen Vervollkommnungen des ersten Bellschen Apparates.

Am 4. April 1877 wurde die erste für den dauernden Gebrauch bestimmte Telephonlinie der Welt dem Betrieb übergeben. Sie verband die Fabrik von Charles Williams jr. in Boston mit der Wohnung des Besitzers in Somerville (Mass.). Rasch folgten ähnliche Fernsprechlinien in Amerika, und schon im Mai 1877 wurde in Cambridge (Mass.) von unternehmungslustigen Kapitalisten, welche Bells Patent erworben hatten, ein Zirkular versandt, worin sie sich zur Lieferung von Telephonen und zum Bau von Fernsprechleitungen erboten, wobei jedoch eine Entfernung von 20 miles als Grenze der möglichen Verständigung bezeichnet wurde. Die meisten Menschen betrachteten jedoch zunächst das Telephon nur als ein hübsches physikalisches Spielzeug, und der Erfolg des Aufrufs war daher zunächst ein äusserst geringer. Erst als bald darauf die Bell Telephone Association gegründet wurde und man dazu überging, in Boston eine Zentralstation für die verschiedenen vorhandenen Telephonleitungen zu schaffen, welche abwechselnd die Herstellung verschiedener Fernsprechverbindungen ermöglichte, kam die Sache mehr in Fluss. Das erste systematisch angelegte und voll betriebene städtische Fernsprechnetz der Welt wurde in New Haven (Conn.) am 25. Januar 1878 dem Verkehr übergeben, und nunmehr fand das neue Verkehrsmittel in Amerika einen so grossen Anklang, dass schon 1881 im Bereich der Union nur eine Stadt von mehr als 15000 und nur neun von mehr als 10000 Einwohnern zu finden waren, welche ein städtisches Fernsprechnetz noch nicht besassen.

In Europa war es Heinrich Stephan, ein Geburtstagskind des 7. Januar, wie es auch

Philipp Reis gewesen war, der grosse deutsche Generalpostmeister, welcher als Erster die Bedeutung der Bellschen Idee erkannte und ihrer praktischen Verwirklichung die Wege ebnete. Mitte Oktober 1877 waren die ersten Bellschen Telephone ins Reichspostamt nach Berlin gelangt, am 25. Oktober liess Stephan sich die Erfindung vorführen, und — schon am 12. November wurde der Berliner Vorort Friedrichsberg durch die erste amtliche „Telegraphenlinie mit Fernsprecher" an das Telegraphennetz des übrigen Reiches angeschlossen. Der geniale Scharfblick Stephans, der die kaum bekannt gewordene Erfindung sogleich seiner Verwaltung dienstbar zu machen wusste, äusserte sich am deutlichsten in seiner Eingabe an den Reichskanzler vom 9. November 1877, worin er Bells Erfindung beschrieb, über seine eigenen Versuche mit dem „Fernsprecher" (hier tritt der auf Stephan zurückzuführende deutsche Ausdruck „Fernsprecher" zum ersten Male auf!) berichtete und seiner Überzeugung von der „grossen Zukunft des Fernsprechers für den menschlichen Verkehr" Ausdruck gab. Nunmehr erinnerte man sich auch langsam in Deutschland, was man an Philipp Reis gehabt hatte, der nun schon lange in kühler Erde ruhte.

Stephans Vorgehen wurde bahnbrechend für ganz Europa. Das Telephonwesen wurde Mittelpunkt der allgemeinen Aufmerksamkeit, und schon 1878 erhielt London als erste europäische Stadt ein städtisches Fernsprechnetz nach amerikanischem Vorbild, das freilich zunächst nur einen sehr kleinen Umfang (im Oktober 1879 erst 50 Abonnenten!) hatte. Rasch folgten weitere englische, schottische und irische Städte, auch Paris erhielt 1879 ein Fernsprechnetz, andere französische, sowie belgische und holländische Städte ahmten das gegebene Beispiel nach, und seit 1881 verbreiteten sich, wieder ausschliesslich auf Grund Stephanscher Initiative, auch in Deutschland die städtischen Fernsprechnetze, die hier von der Reichspostverwaltung angelegt und betrieben wurden. Berlins Telephonnetz wurde am 12. Januar 1881 teilweise dem Verkehr übergeben, als zweite deutsche Stadt folgte am 24. Januar 1881 Mülhausen i. E. usw.

Was aus jenen ersten schüchternen Anfängen des Fernsprechwesens im Laufe eines Vierteljahrhunderts geworden ist, weiss die Welt. Das Telephon ist ein Verkehrsmittel geworden, dem an Schnelligkeit der Entwickelung und an Bedeutung für das Leben des Alltags keine anderen gleichkommen, auch die grössten nicht. Es ist und bleibt das gewaltigste technische Wunder, das wir besitzen, und selbst ein Mensch, der gewohnt ist, tagtäglich damit umzugehen, staunt von Zeit zu Zeit über das Ungeheuerliche und Unglaubliche, was des Menschen Geist in diesem Apparat wahr gemacht hat. Der vorstehende Rückblick auf die Anfänge dieser wunderbaren Erfindung und ihre Vorgeschichte erscheint daher vielleicht nicht ungerechtfertigt in diesem Jubiläumsjahr der ersten städtischen Fernsprechnetze Deutschlands, das seinerseits wieder mit den jüngsten grossartigen Erfolgen auf der Berlin-Nauener Strecke allem Anschein nach das eigentliche Geburtsjahr der drahtlosen Telephonie geworden sein dürfte. [10282]

Ein neues Mess- und Mischverfahren.

Von Dr. Alfred Gradenwitz.

Mit sechs Abbildungen.

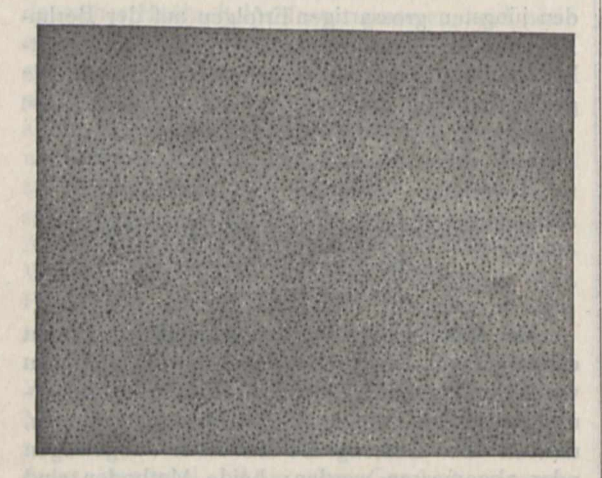
Bei sehr vielen Fabrikationsverfahren kommt es darauf an, verschiedene Substanzen in genau vorgeschriebenem Verhältnis miteinander zu vermischen. Um dieses Verhältnis einzuhalten, müssen die Gemengteile entweder abgewogen oder abgemessen werden; beide Methoden sind nicht einwandfrei. Die vorhandenen Verunreinigungen lassen sich nämlich nur durch chemische Analyse feststellen, und wenn sie variieren, so kann man nur durch häufige Wiederholung dieser Analyse und jedesmalige Abänderung des anzuwendenden Gewichtes zuverlässige Ergebnisse erhalten. Aber abgesehen von seinen ganz unverhältnismässig grossen Kosten bietet das Wägeverfahren nur die Gewähr für ein korrektes Mengenverhältnis der Gesamtheit der Gemengteile, nicht aber dafür, dass sie an jeder Stelle des fertigen Gemisches im richtigen Verhältnis zueinander vorhanden sind. Gegen das Abmessen der Gemengteile lassen sich dieselben Einwände erheben, ausserdem aber kann das Messverfahren auch noch beeinträchtigt werden durch etwa vorhandene Hohlräume. Da die meisten Materialien in zerkleinerter oder pulverisierter Form benutzt werden, so enthalten sie beträchtliche Hohlräume. Wenn man nun diese auch nur annähernd konstant erhalten kann, so sind sie ohne schädliche Wirkung. Es handelt sich dann um ein physikalisches Problem, das durch mechanische Vorrichtungen gelöst werden kann. Oft aber ist es notwendig, das zu messende Material durch Zerkleinerungsmaschinen erst so gleichmässig zu machen, dass die vorhandenen Hohlräume nicht mehr ungleich sind und daher die Korrektheit des Messverfahrens nicht schädigen.

Wenn es sich um das Mischen von zwei bis drei Substanzen handelt, so pflegt man einen erheblichen Betrag der einen abzuwägen und hierzu den erforderlichen Betrag der anderen Substanz hinzuzufügen; beide Substanzen werden dann durch Umrühren in irgend einer Rührvorrichtung miteinander gemischt.

Gewöhnlich werden die Gewichte auf die Wägebalken an vorher bestimmten Stellen auf-

gesetzt, und bei sehr fein verteilten Substanzen ist es recht schwer, den Ausfluss aus der Mündung des Behälters zur rechten Zeit aufzuhalten,

Abb. 106.



Gleichmässiges Gemisch.

um einen häufig ganz erheblichen Fehler zu verhindern. Viele Wagen, ob automatisch oder für Handbetrieb eingerichtet, sind trotz ihrer sonstigen Genauigkeit aus diesem Grunde recht unzweckmässig. Aber selbst wenn man in dieser Hinsicht die grösste Sorgfalt aufwendet, so ist es immer noch nicht leicht, festzustellen, dass nach der Mischung der Substanzen auch alle Teile des gemischten Materials einander gleich sind, und dass die ganze Masse ein gleichförmiges Gefüge besitzt. Man mag als Mischvorrichtung Schüttelfässer oder Schaufeltröge oder sonstige Mischapparate verwenden; alle diese Vorrichtungen beruhen in letzter Linie doch auf der zufälligen Verschiebung eines Teiles der Mischsubstanz zu einem anderen hin, und erst nach einer grossen Anzahl derartiger innerer Verschiebungen kann die ganze Masse gleichförmig werden, ohne dass jedoch hierfür eine absolute Sicherheit bestände. Die verschiedenartige Lagerung zweier Substanzen in einem Gemisch zeigen unsere Abbildungen 106 und 107. Während in der ersteren alles gleichmässig verteilt ist, ist dies in der zweiten nicht der Fall, und die aus der Masse herausgeschnittenen Proben *a a a a* und *b b b b* können ganz verschiedene Zusammensetzung zeigen.

Wenn die Masse nicht gleichförmig und die am wenigsten konzentrierten Teile gerade genügend angereichert sind, so ist der übrige Teil der Mischung zu konzentriert, und man verschwendet dann häufig wertvolle Bestandteile. Je grösser das Volumen der Mischsubstanzen ist, um so weitergehendes Mischen ist erforderlich, und um so ungleichförmiger ist die Mischung. Hiernach kommt man zu dem Schluss, dass die Substanzen in unmessbar kleinen Mengen einander proportional gemacht und zueinander gesetzt werden müssen; die weitere Überlegung führt dann dazu, dass man die Substanzen fortdauernd einander proportional machen und die bisherigen intermittierenden Methoden der Zumessung der Gemengteile durch kontinuierlich wirkende ersetzen sollte.

Ein gutes Beispiel für die hier in Betracht kommenden Verhältnisse ist die Zufuhr des zu verarbeitenden Materials zu Hochöfen, Kalk- und Zement-Brennöfen und ähnlichen industriellen Anlagen. Hier werden die zur Beschickung dienenden Substanzen (Gichten) in Karren abgewogen und lagenweise abgestürzt. Fehler, welche dabei gemacht werden, können sich empfindlich rächen, und die Durchmischung des Materials ist nur eine recht unvollkommene. Um dem Bedürfnis nach geeigneten Vorrichtungen für solche Zwecke in den Werken der Solvay Process Company zu Syracuse im Staate New-York abzuhelfen, hat nun der Oberingenieur der Gesellschaft, Herr E. N. Trump, eine kontinuierliche Messmaschine ersonnen, mit deren Hilfe man entweder eine einzelne Substanz fortdauernd abmessen und in gleichmässigem Strome einem Apparate zuführen, oder auch die verschiedenen Bestandteile einer Mischung im geeigneten Verhältnis zusammenbringen kann.

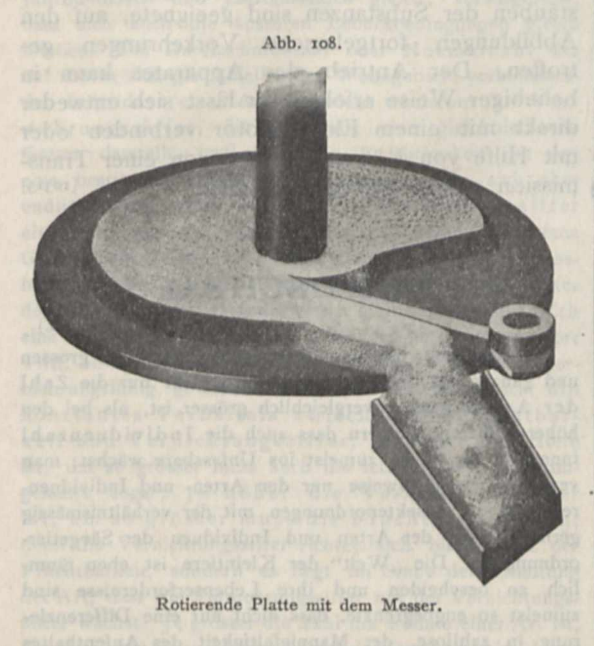
Abb 107.

Ungleichmässiges Gemisch.

Mehr als zwölf derartige Maschinen sind bereits für die Gesellschaft erbaut worden; sie werden in den verschiedenen Betrieben für die mannigfachsten Zwecke verwendet, z. B. zum Beschicken von Kalköfen, Mischen von Chemikalien, Fabri-

zieren von Koksbriketts, Einführen von Gesteinsarten, Fabrizieren von Zement usw. Das Material kann Abmessungen haben, die von 6 Kubikzoll bis

Abb. 108.



Rotierende Platte mit dem Messer.

zu denen der feinsten Pulver variieren; ebenso kommt es auf seine Feuchtigkeit nicht an. In Anbetracht der vorzüglichen Resultate, die Herr Trump mit seiner Maschine erzielt hat, liess er sie patentieren und übertrug ihre Herstellung der Link-Belt Engineering Company in Philadelphia.

Die Trumpsche Messmaschine besteht im wesentlichen aus einem wagerechten, rotierenden Tisch, auf dem die zu mischenden Substanzen ausgebreitet sind, und einem feststehenden Messer, das oberhalb der Tafel angebracht und um eine senkrechte Achse gerade ausserhalb des Umkreises drehbar ist. Dieses Messer kann so eingestellt werden, dass es beliebig tief in die Substanzen auf dem Tisch hineingreift und bei jeder Umdrehung einen gewissen Betrag abschält, der dann über die Tischkante in einen Sammelbehälter oder eine Förderrinne fällt. (Abb. 108.)

Während das Material nun von dem Messer abgeschält wird, muss es wieder nachgefüllt werden, derart, dass die auf einem bestimmten Teil des Tisches befindliche Menge in annähernd gleicher Form und mit gleichen Abmessungen während der Umdrehung wieder eingebracht wird, um dann wieder vor das Messer zu kommen. Dies wird, wie aus Abbildung 109 ersichtlich, in der Weise erreicht, dass man einen Vorratszylinder ohne Boden von etwas kleineren Abmessungen als der Tisch auf diesem anbringt und mit ihm rotieren lässt. Die Substanzen fliessen unter der Kante des Zylinders aus und nehmen eine kegelförmige Gestalt an.

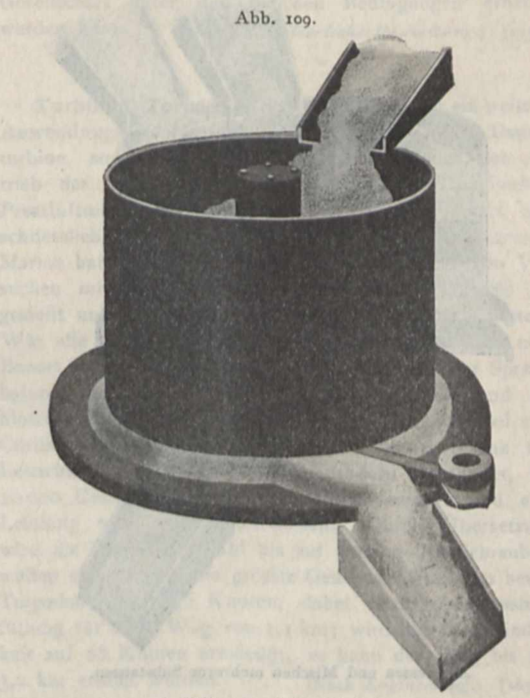
Die Faktoren, die den abgemessenen Betrag bestimmen, sind: Entfernung zwischen dem Zylinderboden und der Oberseite des Tisches, Breite und Schnitttiefe des Messers, sowie Rotationsgeschwindigkeit des Tisches.

Die Schnitttiefe des Messers wird dadurch reguliert, dass man das Messer um seine Rotationsachse dreht, sodass es mehr oder weniger tief in das Material hineinragt. Diese Drehung wird vermittelst einer Schraube an einem mit dem Messer zusammengegossenen Arm bewirkt; eine Mikrometerskala mit Zeiger gibt den Betrag der Bewegung an (Abb. 110).

Wenn es sich darum handelt, zwei oder mehrere Substanzen auszumessen und miteinander zu mischen, so versieht man die Maschine mit zwei oder mehreren Tischen, die übereinander angebracht und auf derselben Welle montiert sind, sodass sie miteinander rotieren, wobei jeder Tisch seinen eigenen, oberhalb angebrachten Vorratszylinder besitzt; die Zylinder sind ihrerseits, wie aus Abbildung 111 ersichtlich, ineinander gesetzt.

Jeder Tisch besitzt ein Messer mit eigener Einstellvorrichtung, sodass der Arbeiter nach Wunsch die prozentualen Verhältnisse der einzelnen Mischsubstanzen bestimmen kann; da die Substanzen konstant und regelmässig in kleinen Strömen beim Herunterlaufen von dem gemeinsamen Sammelkasten zusammenströmen, ist jeder

Abb. 109.

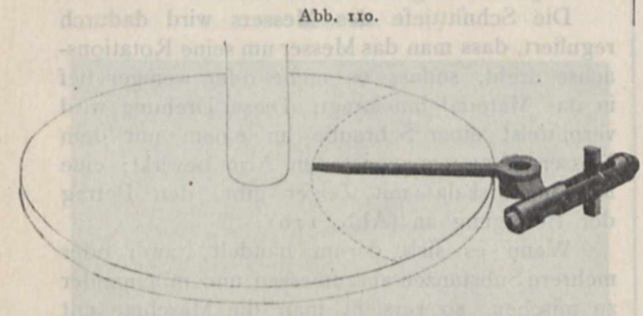


Auffüllen durch den Zylinder.

kleinste Betrag eines Bestandteiles von den entsprechenden Beträgen der anderen Mischsubstanzen begleitet, und die Teilchen erfahren eine innige Mischung.

Beim Zuführen von Substanzen zu den Vorratszylindern dieser Maschinen kann man sich einer Transportvorrichtung bedienen; sie

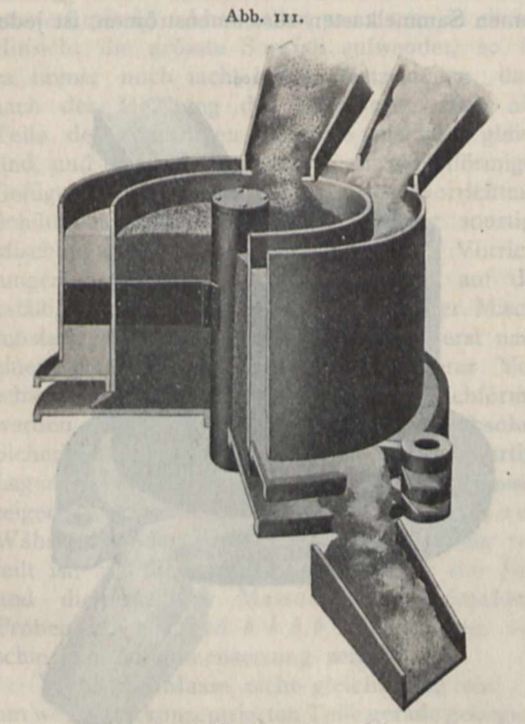
Abb. 110.



Regulierung der Schnitttiefe.

können entweder durch ihre Schwere von einem Vorratsbehälter aus eingebracht oder aber eingeschaufelt werden; es kommt nur darauf an, dass in den Vorratszylindern genug vorhanden ist, um den von den Messern abgeschälten Betrag konstant zu erhalten. Bei einigen fein pulverisierten Substanzen, die sehr leicht fliessen, muss man oben an den Vorratszylindern Zuflussventile anbringen, um die Dichte und den Druck der Substanzen zu regulieren.

Abb. 111.



Ausmessen und Mischen mehrerer Substanzen.

Die Tische und Vorratszylinder sind alle auf einer und derselben Welle montiert und werden von dieser betrieben; diese Welle rotiert in einer staubsicheren Pfanne mit Lagern aus harter Bronze und Stahl und geeigneten Schmiervorrichtungen. Unter dem untersten Tisch bewirkt ein konisches Getriebe mit passendem Vorgelege den Antrieb der Vorrichtung. Gegen das Verstäuben der Substanzen sind geeignete, auf den Abbildungen fortgelassene Vorkehrungen getroffen. Der Antrieb des Apparates kann in beliebiger Weise erfolgen, er lässt sich entweder direkt mit einem Elektromotor verbinden oder mit Hilfe von Riemenscheiben von einer Transmission aus in Bewegung setzen. [10313]

RUNDSCHAU.

Es ist eine bekannte Erscheinung, dass im grossen und ganzen bei den niederen Tieren nicht nur die Zahl der Arten ganz unvergleichlich grösser ist, als bei den höheren Tieren, sondern dass auch die Individuenzahl innerhalb der Arten zumeist ins Unfassbare wächst; man vergleiche beispielsweise nur den Arten- und Individuenreichtum der Insektenordnungen mit der verhältnismässig geringen Zahl der Arten und Individuen der Säugetierordnungen. Die „Welt" der Kleintiere ist eben räumlich so bescheiden und ihre Lebenserfordernisse sind zumeist so engbegrenzte, dass nicht nur eine Differenzierung in zahllose, der Mannigfaltigkeit des Aufenthaltes angepasste Arten möglich war, sondern auch die Existenz einer enormen Kopfzahl ermöglicht ist; wie winzig ist doch das Jagdgebiet einer Spinne im Vergleich zum Jagdrevier eines Fuchses oder Adlers.

Dennoch scheinen die Lebenschancen bei den niederen Tieren nicht grösser zu sein, als bei den höheren Tieren, andernfalls wäre die häufig ins Fabelhafte gehende Vermehrung vieler und namentlich der niederen Tiere geradezu unfassbar. So bringt ein Forellenweibchen jährlich etwa 600 Eier hervor, das Weibchen des Herings jährlich 40000 Eier, das des Karpfens jährlich 200000 Eier und das Störweibchen gar 2000000 Eier jährlich; und dennoch sind damit die Höchstziffern tierischer Vermehrungsfähigkeit noch nicht erreicht. Schon Leuwenhoek berechnete die Fruchtbarkeit des Spulwurmweibchens auf 60 Millionen Eier, und ein Bandwurm wird kaum unter 100 Millionen Eier hervorbringen. Erwägen wir ferner, dass sich die Organismen in geometrischer Progression vermehren, so müsste ihre Vermehrung demnach sehr bald ins Unermessliche gehen. Dem ist aber eine Grenze gesetzt, nämlich durch Raum, Nahrung und Feinde. Jede Art ist vermöge ihrer natürlichen Lebenserfordernisse auf bestimmte Wohnbezirke beschränkt, wo die speziellen Bedingungen ihrer Existenz gegeben sind. Hier wird die Individuenzahl einer Art nun einerseits beschränkt durch die Menge der für sie vorhandenen Nahrung, andererseits durch die Zahl ihrer natürlichen Feinde. Könnten sich die Individuen einer Art ungehindert durch mehrere Generationen vermehren, so würden sie sehr bald ihr gesamtes Wohngebiet erfüllen, sie würden alsdann schnellstens ihren Nahrungsvorrat völlig erschöpfen und für immer vernichten, um sodann selbst auszusterben. Vor diesem Schicksal bleiben die Organismen bewahrt durch alle die Umstände, welche es bewirken, dass die Mehrzahl ihrer Samen, Eier und Nachkommen vorzeitig, d. h. rechtzeitig zugrunde geht. Wenn auch die Kopfzahl einer Art auf einem bestimmten Wohngebiete nicht jahrein jahraus die-

selbe bleibt, sondern durchweg kleineren und grösseren Schwankungen unterworfen ist, so bleibt sich die Durchschnittsziffer der Individuen dennoch im Verlauf von Jahrhunderten und Jahrtausenden gleich, vorausgesetzt, dass sich auch die äusseren Lebensbedingungen gleich bleiben. Der Durchschnittszahl oder Normalzahl der auf einem sich gleichbleibenden Wohngebiete vorkommenden Individuen einer Art entspricht wiederum ihre Vermehrungsziffer, die gleichfalls eine gleichbleibende Grösse darstellt, weil auch die Fruchtbarkeit der Art eine bestimmte Grösse ist. Hieraus ergibt sich aber endlich auch, dass selbst die Vernichtungsziffer einer Art eine nur wenigen Schwankungen unterworfene Grösse sein muss, d. h. bei gleichbleibenden Lebensbedingungen kann die Normalziffer der Art nur unter der Voraussetzung beständig gleich bleiben, dass alljährlich eine bestimmte Zahl der Nachkommenschaft zerstört wird, bevor diese die Reife erlangt hat und bereits vermehrungsfähig geworden ist. Es besteht sonach ein konstantes Verhältnis zwischen der Fruchtbarkeit und Vernichtungsziffer; je grösser die erstere ist, um so grösser muss auch die letztere sein, ja, umgekehrt sogar: je höher die Vernichtungsziffer ist, um so grösser muss die Fruchtbarkeit sein; denn die Vernichtungsziffer richtet sich nicht nach der Fruchtbarkeit, sondern es liegt im Sinne der Erhaltung der Art, dass die Vermehrungsziffer mit der Vernichtungsziffer wächst. Je grösser die Zahl der Feinde einer Art ist, um so grösser muss die Fruchtbarkeit dieser Art sein, damit sie sich im Kampfe ums Dasein zu behaupten vermag; denn mit der Zahl der Feinde vermindern sich in gleichem Verhältnisse die Lebenschancen des Individuums. Kennt man nun die Vermehrungsziffer einer Art, so ist damit auch zugleich die Vernichtungsziffer für dieselbe gegeben, sofern die Normalziffer der Art sich gleichbleiben soll; denn unter diesen Verhältnissen können von allen Nachkommen, die ein Paar während seines ganzen Lebens hervorbringt, immer nur genau zwei Junge wieder zur Fortpflanzung gelangen, die übrigen müssen zugrunde gehen.

Im umgekehrten Verhältnisse zur Menge der erzeugten Eier oder Nachkommen steht auch die Vorsorge und Sorge um die Nachkommenschaft. Je weniger sich die Elterntiere um ihre Nachkommenschaft zu kümmern pflegen, um so grösser ist die Vernichtungsziffer, desto grösser muss also auch die Zahl der abzusetzenden entwickelungsfähigen Eier der Nachkommen sein. Mit der höheren Entwickelung im Tierreich nimmt die Vermehrungsziffer ab, weil die Vorsorge, Sorge und Fürsorge für die Nachkommenschaft in gleichem Masse wächst und sich von der einfachen Brutpflege zur Jungenpflege und zur Jungen- oder Kinderliebe steigert und ihre höchste Ausbildung beim Menschen in der Eltern- und Kindesliebe erreicht. Parallel mit dieser Steigerung der Sorge um die Nachkommenschaft geht nun auch die Ausbildung der geistigen Fähigkeiten bei den Tieren einher, und in der Tat stehen beide auch in unverkennbarer ursächlicher Beziehung zueinander.

N. Schiller-Tietz. [10345]

* * *

Tabakbau und Tabakernte in Deutschland.*) Nach den *Vierteljahrsheften zur Statistik des Deutschen Reiches* wurden im Jahre 1905 nur 14 111 ha mit Tabak bebaut gegenüber 15 883 ha im Jahre 1904, 16 552 ha im Jahre 1903 und 17 325 ha im Jahre 1902. Der Anbau ist also in den letzten Jahren erheblich zurückgegangen. Am Rückgange des letzten Jahres ist Baden mit 522 ha beteiligt; in Preussen wurden 706 ha, von denen auf die Provinz Brandenburg allein 329 ha entfallen, weniger angebaut. Geringe Zunahmen der Anbaufläche weisen nur Hessen und Schlesien auf. Geerntet wurden 1905 an reifem trockenen Tabak 318 770 Doppelzentner gegenüber 334 797 Doppelzentner im Jahre 1904. Angesichts der verringerten Anbaufläche kann also der Ernteertrag als befriedigend bezeichnet werden. Der Durchschnittspreis des deutschen Tabaks betrug 82,55 Mark pro Doppelzentner gegenüber 77,51 im Jahre 1904. Infolge dieser Preissteigerung um 11,5 Prozent betrug der Gesamtwert der letztjährigen Ernte 27,54 Millionen Mark gegenüber 26,65 Millionen im Jahre 1904.

O. B. [10304]

*) Vgl. *Prometheus* Nr. 845, S. 207.

* * *

Die Wasserkräfte in der oberen Levantina sollen nach einer vom Kanton Tessin an die Direktion der Gotthardbahn erteilten Konzession für den elektrischen Betrieb dieser Bahn ausgenutzt werden. Hierbei kommen in Frage der Ritomsee nebst Zu- und Abflüssen, der Tessin von Rodio-Fiesso bis Lavorgo, der Tremorgiosee nebst seinen Zu- und Abflüssen und die Piumogna bis zu ihrer Einmündung in den Tessin; letztere darf, wenn die Bahngesellschaft es für erforderlich hält, auch durch eine Staumauer künstlich aufgestaut werden. Die Gotthardbahn zahlt für diese Konzession eine einmalige Entschädigung von 300000 Fr. und vom dritten Jahre an eine Jahresrente von 95000 Fr. Der Vertrag läuft auf 50 Jahre, da längere Verträge gesetzlich nicht zulässig sind, doch ist die Bestimmung getroffen, dass der Vertrag nach Ablauf auf Wunsch der Gotthardbahn-Gesellschaft unter den gleichen Bedingungen erneuert werden kann. (Nach *Schweizerische Bauzeitung*.) [10337]

* * *

Turbinen-Torpedo. Die Turbine hat sich ein weiteres Anwendungsgebiet errungen, allerdings nicht die Dampfturbine, sondern die Pressluftturbine, nämlich den Antrieb der Torpedos, wofür bislang der mehrzylindrige Pressluftmotor mit hin- und hergehenden Kolben ausschliesslich das Feld behauptete. Die amerikanische Marine hat in den letzten Monaten eine Reihe von Versuchen mit diesem neuen Bliss-Leavitt-Torpedo angestellt und jetzt auch eine grössere Anzahl davon bestellt. Wie die bisherigen Torpedos, besitzt auch die neue Bauart drei Abteilungen: die vordere ist mit der Sprengladung, die mittlere mit Pressluft angefüllt und die hintere enthält die Antriebmaschine. Es ist dabei eine Curtis-Turbine mit einem mittleren festen Kranz von Leitschaufeln und mit zwei Laufrädern verwendet, die 10000 Umdrehungen in der Minute machen und eine Leistung von 160 PS aufweisen. Durch Übersetzung wird die Umdrehungszahl bis auf 900 an den Schraubenwellen erniedrigt. Die grösste Geschwindigkeit des neuen Torpedos beträgt 36 Knoten, dabei reicht die Pressluftfüllung für einen Weg von 1,1 km; wird die Geschwindigkeit auf 28 Knoten ermässigt, so kann der Weg bis auf 3,2 km erhöht werden. (Nach *Engineering*.) [10338]

POST.

Die Rundschau über den „Hebel des Archimedes“ hat uns zahlreiche Zuschriften aus berufener Feder eingetragen, welche wir leider nicht alle abdrucken können.

Von dem Verfasser selbst erhielten wir nachfolgende Berichtigung.

In den Betrachtungen über den Hebel des Archimedes in der Rundschau des *Prometheus* Nr. 892 S. 126 ist leider ein Fehler gemacht worden, indem bei der Berechnung des Einflusses des Mondes auf das Gewicht auf der Erde befindlicher Körper in unzulässiger Weise der Einfluss vernachlässigt worden ist, der in bezug auf diese Verhältnisse von der Anziehung des Mondes auf die Erde selbst ausgeübt wird.

Zur Berichtigung dieses Fehlers, auf den ich von geschätzter Seite hingewiesen worden bin, diene folgende Ausführung.

E sei die Erde, K eine schwere Kugel, M der Mond (vergl. Abb. 66), Me, Mk, Mm deren Massen. Nach dem Newtonschen Gesetz treten die Kräfte auf:

In Lage I

$$fe' = \frac{Me\ Mk}{r^2};\ Fm' = \frac{Me\ Mm}{R^2};\ fm' = \frac{Mk\ Mm}{(R-r)^2}.$$

In Lage II

$$fe'' = \frac{Me\ Mk}{r^2};\ Fm'' = \frac{Me\ Mm}{R^2};\ fm'' = \frac{Mk\ Mm}{(R+r)^2}.$$

Diese Kräfte ergeben eine relative Beschleunigung der Kugel gegenüber der Erde in Lage I zu

$$ge'k = \frac{fe' - fm'}{Mk} + \frac{fe' + Fm'}{Me} = \frac{Me + Mk}{r^2} + \frac{Mm}{R^2} - \frac{Mm}{(R-r)^2},$$

in Lage II zu

$$ge''k = \frac{fe'' - fm''}{Mk} + \frac{fe'' - Fm''}{Me} = \frac{Me + Mk}{r^2} + \frac{Mm}{(R+r)^2} - \frac{Mm}{R^2}.$$

Existierte der Mond nicht, so erhielten wir:

$$gek = \frac{Me + Mk}{r^2}.$$

Es ergibt sich also aus der Existenz des Mondes eine Änderung der relativen Beschleunigung der Kugel gegenüber der Erde in Lage I zu

$$\Delta g' = gek - g'ek = \frac{Mm}{(R-r)^2} - \frac{Mm}{R^2} \cong \frac{2\ Mm}{r^2 \frac{R}{r}\left(\frac{R}{r} - 1\right)^2},$$

in Lage II zu

$$\Delta g'' = gek - ge''k = \frac{Mm}{R^2} - \frac{Mm}{(R+r)^2} \cong \frac{2\ Mm}{r^2 \frac{R}{r}\left(\frac{R}{r} + 1\right)^2}.$$

Da $\frac{1}{(R-r)^2} > \frac{1}{R^2}$; $\frac{1}{R^2} > \frac{1}{(R+r)^2}$ so erhalten wir in beiden Fällen eine Verminderung der Beschleunigung. Für die Lage I ist dieselbe jedoch (und dieser Umstand ist für die weiteren Folgerungen wesentlich) grösser, als für die Lage II, und zwar um

$$\Delta g' - \Delta g'' = Mm\left(\frac{1}{(R-r)^2} + \frac{1}{(R+r)^2} - \frac{2}{R^2}\right) \cong \frac{2\ Mm \cdot 3}{r^2\left(\frac{R}{r}\right)^4}.$$

Für eine Kugel von 1000 Kilo Gewicht erhalten wir eine Gewichtsverminderung in Lage I zu

$$\Delta G' = \Delta g'\ Mk \cong \frac{1000\ \text{kg} \cdot 2}{80 \cdot 60 \cdot 59^2} \cong 120\ \text{Milligramm},$$

in Lage II zu

$$\Delta G'' = \Delta g''\ Mk \cong \frac{1000\ \text{kg} \cdot 2}{80 \cdot 60 \cdot 61^2} \cong 113\ \text{Milligramm}$$

und eine Differenz der Gewichte für Lage I und II zu

$$\Delta G' - \Delta G'' \cong \frac{1000\ \text{kg} \cdot 6}{80 \cdot 60^4} \cong 6\ \text{Milligramm}.$$

Es ist also ein Körper auf der dem Monde zugewandten Seite der Erde leichter, als auf der ihm entgegengesetzten, und zwar um ungefähr 6 Milligramm pro Tonne. Kurt Hiehle.

*

Der Zuschrift eines alten Freundes und Mitarbeiters unserer Zeitschrift entnehmen wir die nachfolgenden Zeilen:

Übrigens befindet sich Herr H. mit seinem Irrtum in sehr guter, ja in ganz ausgezeichneter Gesellschaft. Denn kein Geringerer als Nils-Henrik Abel, der gewaltige norwegische Mathematiker, dessen Ruhm durch die fernsten Jahrhunderte strahlen wird, ist einst demselben Irrtum verfallen, wie man in seiner von Bjerknes verfassten Biographie nachlesen kann. Dort steht S. 16, dass Abel auf den Rat Hansteens den Einfluss des Mondes auf das Pendel untersucht hat und zu dem Ergebnis gekommen sei, dass die Lotrichtung recht erhebliche Veränderungen erleiden könne, so gross, dass man bei der hohen Vollendung der astronomischen Instrumente diese Fehler berücksichtigen müsse. Und was antwortete Schumacher, dem Hansteen das Abelsche Manuskript zum Druck zugesandt hatte? Er schrieb zurück:

> Je n'imprimerai pas le mémoire d'Abel. Il a oublié que la lune attire aussi le centre de la Terre; et qu'ainsi on n'a pas à considérer l'attraction absolue de la Lune sur le pendule; mais seulement la différence des attractions exercées sur celui-ci et sur le centre de la Terre. Par là les actions qu'il a calculées deviennent soixante fois moindres, c'est-à-dire tout à fait insensibles. L'après ses formules le Soleil devrait dévier le fil à plomb de plusieurs minutes. Ainsi, pour son honneur, n'en parlons plus.

Wie Bjerknes weiter berichtet „Abel reconnut, cela va sans dire, son erreur et envoya au Magazin une rectification . . . .“ Möge Herr Hiehle seinen Irrtum ebenso „selbstverständlich“ erkennen, wie der herrliche Abel, welcher schon mit 26 Jahren dahingegangen ist. Was die Anmerkung des Herausgebers über Bessel betrifft, so muss ich gestehen, dass mir eine dahin zielende Stelle in seinen Abhandlungen unbekannt ist. Ich habe sofort dort gesucht, wo man sie am ehesten erwarten sollte, nämlich in seinen von Schumacher herausgegebenen populären Vorlesungen; habe aber nur gefunden, dass Bessel in dem Abschnitt „Über Flut und Ebbe“ den Sachverhalt vollkommen richtig darstellt.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass es doch vor einigen Jahren dem inzwischen verstorbenen Astronomen v. Rebeur Paschwitsch gelungen ist, die von Schumacher als „tout à fait insensible“ bezeichnete, in der Tat äusserst kleine Ablenkung der Lotrichtung mit Hilfe des ja sehr empfindlichen Horizontalpendels festzustellen; eine Ablenkung, die übrigens, trotzdem es auf den ersten Blick geradezu lächerlich scheint, so etwas zu behaupten, ihr Maximum erreicht, nicht wenn der Mond im Horizont steht, sondern wenn er eine Höhe von $\pm 45^0$ hat, also ebenso weit vom Horizont, wie vom Zenith oder Nadir entfernt ist. Prof. Dr. O. Dziobek.

*

Wir glauben, dass mit Vorstehendem die Frage nach der Wirkung des Mondes auf das Gewicht der auf der Erde befindlichen Körper genügend geklärt ist. [10344]

Die Redaktion des Prometheus.